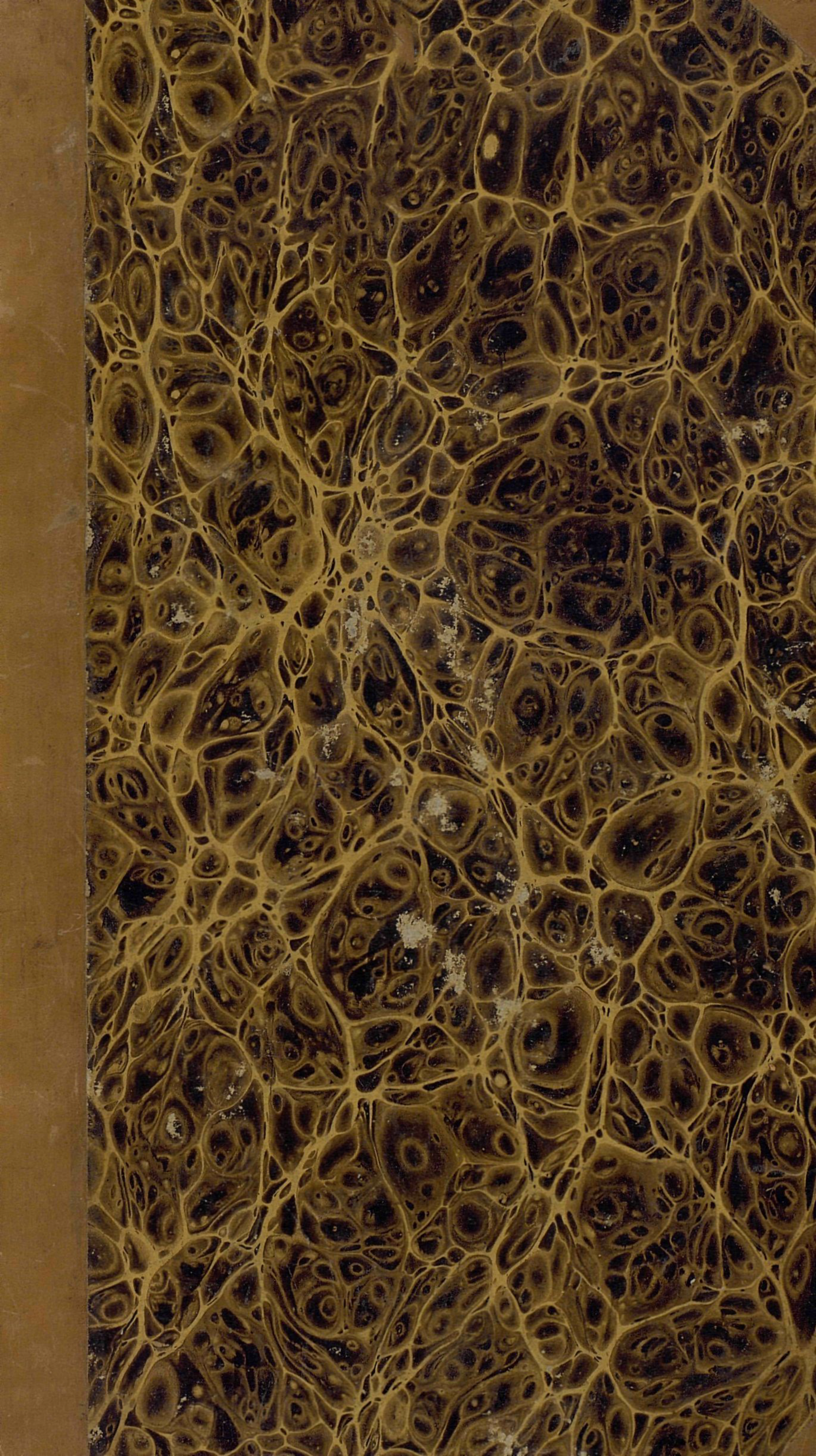


ОБЪ ОТНОШЕНІЯХЪ

МЕЖДУ

СВѢТОМЪ И ЭЛЕКТРИЧЕСТВОМЪ

ЧТЕНІЕ

НА 62 СЪѢЗДѢ ЕСТЕСТВОИСПЫТАТЕЛЕЙ И ВРАЧЕЙ ВЪ ГЕЙДЕЛЬБЕРГѢ

ПРОФЕССОРА ФИЗИКИ БОННСКАГО УНИВЕРСИТЕТА

ГЕЙНРИХА ГЕРЦА.

ПЕРЕВОДЪ СЪ 5-го НѢМЕЦКАГО ИЗДАНІЯ: «UEBER DIE BEZIEHUNGEN ZWISCHEN LICHT UND ELECTRICITÄT» VON H. HERTZ.

Н. С. ДРЕНТЕЛЬНА.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Изданіе К. Л. Риккера.
Невскій просп., 14.
1890.

Дозволено цензурою. С.-Петербургъ. 14 Декабря 1889 г.

Въ типографіи В. Безобразова и Комп. (Вас. Остр., 8 линія, № 45).

КЪ РУССКОМУ ИЗДАНІЮ.

Высшая задача физической науки—сводить явленія природы къ возможно малому числу первыхъ причинъ. Широкое обобщающее значеніе имѣетъ поэтому идея о родственной связи свѣтовыхъ и электрическихъ явленій, получившая нынѣ новый, рѣшительный доводъ въ опытахъ Герца.—Настоящая брошюра посвящена краткому изложенію исторіи возникновенія идеи объ этомъ родствѣ и новѣйшихъ сюда относящихся опытовъ.

Н. Д.

ОБЪ ОТНОШЕНІЯХЪ МЕЖДУ СВѢТОМЪ И ЭЛЕКТРИЧЕСТВОМЪ.

Высокочтимое собраніе!

Когда говорится объ отношеніяхъ между свѣтомъ и электричествомъ, то непосвященному прежде всего приходитъ въ голову электрическій свѣтъ. Мое сегодняшнее чтеніе не имѣетъ съ этимъ ничего общаго. Физику вспоминается рядъ деликатныхъ взаимодѣйствій между обѣими силами, какъ вращеніе плоскости поляризаціи токомъ или измѣненіе электрическаго сопротивленія дѣйствіемъ свѣта. Однако въ этихъ явленіяхъ свѣтъ и электричество не соприкасаются непосредственно: между ними является посредствующимъ нѣчто третье — вѣсомая матерія. Мы не будемъ заниматься и этой группою явленій. Есть другія отношенія между обѣими силами, отношенія болѣе тѣсныя и близкія. Утвержденіе, съ которымъ я выступаю передъ вами, прямо гласитъ, что *свѣтъ — электрическое явленіе;* свѣтъ, какъ онъ есть, свѣтъ всякихъ источниковъ: солнца, свѣчи, свѣтляка. Отнимите у вселенной электричество — и не будетъ свѣта; удалите свѣтовой эфиръ — и чрезъ пространство не будутъ передаваться электрическія и магнитныя силы. Таково наше утвержденіе. Оно не новость сегодняшняго или вчерашняго дня, но имѣетъ за собою длинную исторію. Его исторія есть его обоснова-

ніе. Мои собственные опыты, сюда относящіеся, образуютъ только одно звѣно длинной цѣпи. И сегодня я хочу разсказать вамъ не объ одномъ звѣнѣ только, а о всей цѣпи. Правда, не легко говорить объ этихъ вещахъ понятнымъ и въ тоже время точнымъ образомъ. Явленія, съ которыми мы имѣемъ дѣло, совершаются въ «пустомъ пространствѣ», въ свободномъ эфирѣ. Сами по себѣ эти явленія неосязаемы, неслышны и невидимы; они доступны умозрѣнію, связуются въ понятіяхъ, но трудно поддаются вразумительному описанію. Поэтому мы постараемся, насколько возможно, пристегнуть ихъ къ тѣмъ умозрѣніямъ и понятіямъ, которыя у насъ уже имѣются. Посмотримъ же, что намъ извѣстно достовѣрнаго о свѣтѣ и электричествѣ, прежде чѣмъ попытаться привести ихъ во взаимную связь.

Что такое свѣтъ? Со времени Юнга и Френеля мы знаемъ, что это—волнообразное движеніе. Мы знаемъ быстроту волнъ, ихъ длину, мы знаемъ, что это поперечныя волны; словомъ, геометрическія условія движенія намъ извѣстны въ совершенствѣ. Здѣсь сомнѣніе болѣе невозможно, и опроверженіе этихъ взглядовъ для физика немыслимо. Волнообразная теорія свѣта, говоря по-человѣчески, есть для насъ истина; все, что изъ нея неизбѣжно слѣдуетъ, столь же достовѣрно. Слѣдовательно, достовѣрно и то, что все извѣстное намъ пространство не пусто, а наполнено способнымъ приходить въ волнообразное движеніе эфиромъ. Но насколько опредѣленны наши знанія о геометрическихъ условіяхъ явленій въ этомъ веществѣ, настолько-же еще неясны наши представленія о физической природѣ явленій, настолько противорѣчивы частью самыя допущенія относительно свойствъ этого вещества. Приступая къ дѣлу по-просту, и сравнивая свѣтовыя волны со звуковыми, напередъ приняли ихъ за упругія волны.

Но упругія волны въ жидкостяхъ извѣстны лишь въ формѣ продольныхъ волнъ. Упругія поперечныя волны въ жидкостяхъ неизвѣстны и даже невозможны: онѣ несовмѣстны съ природою жидкаго состоянія. Отсюда, по необходимости, пришли къ утвержденію, что наполняющій пространство эфиръ относится какъ твердое тѣло. Но, наблюдая безпрепятственное движеніе свѣтилъ и желая дать себѣ отчетъ въ его возможности, нельзя было опять не прійти къ заключенію, что эфиръ является совершенною жидкостью. Оба взгляда, существуя рядомъ, были для разсудка мучительнымъ противорѣчіемъ, уродовавшимъ превосходную картину развитія оптики. Не будемъ пытаться скрыть это противорѣчіе; попробуемъ обратиться къ электричеству: быть можетъ, его изученіе поможетъ намъ устранить и эту трудность.

Что же такое электричество? Это, во всякомъ случаѣ, большой вопросъ, — вопросъ, возбуждающій интересъ далеко за предѣлами науки объ электричествѣ собственно. Большинство ставящихъ его не сомнѣваются при этомъ въ существованіи электричества самого по себѣ; они ждутъ описанія, перечня свойствъ и силъ этого чудеснаго вещества. Для спеціалиста вопросъ является прежде всего въ иной формѣ: существуютъ ли вообще электричества? Нельзя-ли свести электрическія явленія, подобно всѣмъ другимъ, лишь къ свойствамъ эфира и вѣсомой матеріи?

Мы еще очень далеки отъ того, чтобы рѣшиться отвѣтить на этотъ вопросъ положительно. Представленіе о вещественности электричества, безъ сомнѣнія, играетъ въ нашемъ умѣ важную роль. И въ нашей рѣчи до сихъ поръ еще неограниченно господствуютъ старыя, всѣмъ знакомыя, въ нѣкоторомъ родѣ излюбленныя, представленія о двухъ взаимно притягивающихся и отталкивающяхся электричествахъ, которыя, съ ихъ дѣйствіемъ на разстояніи, какъ

бы одарены духовными свойствами. Время, когда это представленіе образовалось, было время высшаго торжества Ньютонова закона тяготѣнія въ примѣненіи къ небеснымъ явленіямъ; непосредственное дѣйствіе на разстояніи казалось умамъ чѣмъ то обыденнымъ. Электрическія и магнитныя притяженія слѣдуютъ тому же закону, какъ и всемірное тяготѣніе: не удивительно, если полагали, что чрезъ допущеніе подобнаго же дѣйствія на разстояніи явленія объяснялись простѣйшимъ образомъ, сводились къ ихъ конечному доступному основанію. Правда, дѣло измѣнилось, когда въ настоящемъ столѣтіи прибавились взаимодѣйствія между токами и магнитами, которыя несравненно разнообразнѣе, и въ которыхъ столь важную роль играетъ движеніе, время. Пришлось умножить число дѣйствій на разстояніи, сдѣлать поправки въ ихъ формѣ. При этомъ простота, физическая вѣроятность, все болѣе и болѣе исчезала. Ее пытались возстановить отысканіемъ простыхъ много-объемлющихъ формъ, такъ называемыхъ элементарныхъ законовъ. Знаменитый законъ Вебера есть важнѣйшая попытка этого рода. Вѣренъ онъ или нѣтъ — все равно — самыя стремленія въ общемъ представляли законченную систему, исполненную научной прелести, и кто разъ попадалъ въ этотъ заколдованный кругъ, тотъ оставался въ немъ навсегда. Если, тѣмъ не менѣе, путь шелъ по ложнымъ слѣдамъ, то предостереженіе могло явиться лишь со стороны ума вполнѣ свѣжаго, воспринимавшаго явленія какъ бы за-ново, безъ предвзятыхъ мнѣній,—исходившаго только отъ того, что онъ видитъ, а не отъ слышаннаго, читаннаго, заученнаго. Такимъ умомъ былъ Фарадэй. Фарадэй, правда, слышалъ, какъ вокругъ него говорилось, что при электризованіи тѣла нѣчто вносится *въ* послѣднее, но онъ видѣлъ, что происходящія измѣненія становятся замѣтными лишь извнѣ, отнюдь не внутри. Фарадэя учили,

что силы просто перескакиваютъ чрезъ пространство; онъ же видѣлъ, что на нихъ оказываетъ величайшее вліяніе то, какимъ веществомъ наполнено это пространство. Фарадэй читалъ, что электричества несомнѣнно существуютъ, что споръ касается лишь ихъ силъ, и однако для него было до осязательности ясно именно проявленіе силъ: самихъ же электричествъ онъ не находилъ и слѣда. Такимъ образомъ въ его представленіяхъ дѣло приняло какъ разъ противоположный оборотъ. Самыя электрическія и магнитныя силы были для него дѣйствительность, нѣчто уловимое; электричество же и магнитизмъ составляли вещи, о существованіи которыхъ можно было спорить. «Линіи силъ» являлись его умственному оку въ пространствѣ нѣкоторыми состояніями послѣдняго, напряженіями, вихрями, теченіями или другимъ чѣмъ—онъ самъ не могъ этого указать; но, такъ или иначе, онѣ *были* тутъ, вліяли другъ на друга, передвигали тѣла и расходились во всѣ стороны, передавая возбужденіе отъ одной точки къ другой. На возраженіе, что въ пустомъ пространствѣ не могло быть никакихъ состояній, кромѣ полнаго покоя, онъ могъ отвѣтить: Развѣ пространство, въ самомъ дѣлѣ, пусто? Не заставляютъ ли насъ уже свѣтовыя явленія мыслить это пространство наполненнымъ? Быть можетъ, эфиръ, проводящій свѣтовыя волны, въ состояніи воспринимать также измѣненія, которыя мы обозначаемъ именемъ электрическихъ и магнитныхъ силъ? Быть можетъ, мыслима даже связь между этими измѣненіями и упомянутыми волнами? Не представляютъ ли свѣтовыя волны чего-нибудь вродѣ сотрясеній такихъ силовыхъ линій?

Вотъ приблизительно то, до чего дошелъ Фарадэй въ своихъ умозрѣніяхъ и догадкахъ. Доказать вѣрность ихъ онъ не могъ. Но онъ дѣятельно искалъ доказательствъ. Изслѣдованія надъ связью между свѣтомъ, магнитизмомъ

и электричествомъ были любимыми предметами его работъ. Изящное соотношенiе, найденное имъ, было не то, котораго онъ искалъ. Онъ продолжалъ поиски, и лишь глубокая старость положила предѣлъ его стремленiямъ.

Между многими вопросами, которые ставилъ себѣ Фарадэй, постоянно возобновлялся вопросъ о томъ, требуютъ ли электрическiя и магнитныя силы времени для своего распространенiя. Когда мы внезапно возбуждаемъ электромагнитъ токомъ, то ощущается ли его дѣйствiе тотчасъ же на самыхъ отдаленныхъ разстоянiяхъ? Или оно обнаруживается сперва на ближайшихъ магнитныхъ стрѣлкахъ, потомъ на слѣдующихъ и, наконецъ, уже на самыхъ дальнихъ? Когда мы быстрыми смѣнами переэлектризовываемъ тѣло,—измѣняется ли сила одновременно на всѣхъ разстоянiяхъ? Или колебанiя запаздываютъ тѣмъ болѣе, чѣмъ болѣе мы удаляемся отъ тѣла? Въ послѣднемъ случаѣ дѣйствiе распространялось бы въ пространствѣ въ видѣ волны. Существуютъ ли такiя волны? Фарадэй не нашелъ отвѣта на эти вопросы. И однако рѣшенiе ихъ тѣснѣйшимъ образомъ связано съ его основными воззрѣнiями. Если есть волны электрической силы, пробѣгающiя пространство, каковъ бы ни былъ ихъ источникъ, то это самымъ явнымъ образомъ доказываетъ самостоятельное существованiе силъ, о которыхъ идетъ рѣчь. Что силы не перескакиваютъ пространство, а движутся отъ одной точки къ другой, — это можно было бы доказать, лучше всего, выслѣживая на дѣлѣ ихъ поступательный ходъ изъ момента въ моментъ. И поставленные вопросы не изъ числа такихъ, рѣшенiе которыхъ недоступно; напротивъ, съ ними можно совладать помощью весьма простыхъ опытовъ. Еслибы Фарадэю удалось открыть путь къ этимъ опытамъ, то его воззрѣнiя тотчасъ же восторжествовали бы. Тогда связь между свѣтомъ и электричествомъ съ самаго же начала выступила

бы такъ ясно, что не ускользнула бы и отъ менѣе зоркаго глаза.

Однако наукѣ не суждено было итти такимъ легкимъ и скорымъ путемъ. Опыты пока не рѣшали дѣла; образъ же мыслей Фарадэя оставался сперва чуждымъ и для теоріи. Утвержденіе, что электрическія силы могутъ существовать независимо отъ электричествъ, прямо противорѣчило господствовавшимъ теоріямъ. Точно также оптика того времени рѣшительно отвергала мысль, чтобы свѣтовыя волны могли быть и не волнами упругости, а иной природы. Попытка подробнѣе разработать тотъ или другой взглядъ должна была казаться почти безплодной спекуляціей. Тѣмъ большее удивленіе вызываетъ въ насъ счастливый умъ ученаго, который съумѣлъ связать между собою двѣ догадки, стоявшихъ каждая особнякомъ, такъ, что онѣ стали опорой другъ для друга, и что результатомъ явилась теорія, которой напередъ нельзя было отказать во внутренней вѣроятности. Я разумѣю англичанина Максвелля. Извѣстна его работа, опубликованная въ 1865 году подъ именемъ электромагнитной теоріи свѣта. Нельзя изучать эту чудную теорію безъ того, чтобы по временамъ не ощущать какъ бы самостоятельной жизни, самостоятельной мысли въ математическихъ формулахъ: онѣ какъ бы умнѣе насъ, умнѣе самого ихъ автора; онѣ будто даютъ намъ больше, нежели въ нихъ въ свое время было вложено. Въ этомъ нѣтъ ничего невозможнаго; это именно можетъ случиться, если формулы вѣрны за предѣлами того, что̀ ихъ автору могло быть извѣстно. Конечно, такія вѣрныя и многообъемлющія формулы не могутъ быть найдены безъ участія зоркаго глаза, который схватилъ-бы всѣ слабѣйшія проблески истины, обнаруживаемые природою. Для свѣдующаго ясно, какое обстоятельство главнымъ образомъ руководило Максвеллемъ. Оно обращало на себя вниманіе и другихъ изслѣ-

дователей, побудивъ Риманна и Лоренца къ сходнымъ, хотя и не столь счастливымъ теоретическимъ попыткамъ. Обстоятельство это слѣдующее. Движущееся электричество обнаруживаетъ магнитныя силы, движущійся магнитизмъ — электрическія, причемъ однако оба дѣйствія становятся замѣтными лишь при очень большихъ скоростяхъ. Слѣдовательно, во взаимныхъ отношеніяхъ электричества и магнитизма участвуютъ скорости, и постоянная, управляющая этими соотношеніями и вездѣ въ нихъ сказывающаяся, сама представляетъ нѣкоторую огромную скорость. Она была опредѣлена различными путями, сперва Кольраушемъ и Веберомъ, изъ чисто электрическихъ опытовъ и, насколько то вообще могли обнаружить опыты при ихъ трудности, оказалась равною другой важной постоянной, скорости свѣта.

Ученику Фарадэя это не могло представиться случайностью. Для него это было слѣдствіемъ того, что одинъ и тотъ же эфиръ передаетъ и электрическія силы, и свѣтъ. Обѣ скорости, найденныя почти одинаковыми, должны быть на дѣлѣ совершенно равными. Тогда важнѣйшая оптическая постоянная оказывалась входящею и въ электрическія формулы. Вотъ связь, которую Максвелль попытался укрѣпить. Онъ расширилъ электрическія формулы такимъ образомъ, что онѣ, охватывая собою всѣ извѣстныя явленія, содержали рядомъ съ ними неизвѣстный еще классъ явленій, электрическія волны. Явились поперечныя волны, которыя могли имѣть всякую длину, но которыя однако всѣ распространялись въ эфирѣ съ равною скоростью, со скоростью свѣта. И Максвелль могъ указать на то, что волны именно такихъ геометрическихъ свойствъ дѣйствительно существуютъ въ природѣ, хотя мы и не привыкли считать ихъ электрическимъ явленіемъ, а называемъ ихъ особымъ именемъ, свѣтомъ. Правда, отвергнувъ электрическую теорію Макс-

велля, не было никакихъ основаній принять его взгляды касательно свѣта. Съ другой стороны, его электрическая теорія теряла основаніе, если желали настаивать на томъ, что свѣтъ есть явленіе упругости. Приступая же къ зданію безъ всякихъ предвзятыхъ мнѣній, можно было видѣть, что части, подобно камнямъ свода, подкрѣпляли другъ друга, и что цѣлое, возвышаясь надъ глубокою пропастью неизвѣстнаго, объединяло извѣстное.

Трудность теоріи, правда, препятствовала ей пріобрѣсти тотчасъ же очень многихъ сторонниковъ. Но кто разъ вдумался въ нее, тотъ становился на ея сторону и прилагалъ всѣ старанія для провѣрки ея исходныхъ положеній и конечныхъ выводовъ. Опытная провѣрка, правда, долгое время должна была ограничиваться нѣкоторыми отдѣльными пунктами, наружнымъ строеніемъ теоріи. Я только что сравнилъ теорію Максвелля со сводомъ, высящимся надъ пропастью неизвѣстнаго. Если мнѣ позволено продолжить это сравненіе, то я сказалъ бы, что долгое время все дѣлавшееся для упроченія свода состояло въ укрѣпленіи двухъ его противолежащихъ устоевъ. Чрезъ это сводъ пріобрѣталъ способность поддерживать свою собственную тяжесть; но онъ былъ все же настолько обширенъ, что нельзя было отважиться строить на немъ выше, какъ на надежномъ основаніи. Для этого нужны были еще нѣкоторые главные устои, которые, возвышаясь надъ твердою почвой, подпирали бы средину свода. *Одинъ* изъ этихъ устоевъ былъ бы данъ доказательствомъ, что свѣтъ непосредственно можетъ давать электрическія или магнитныя дѣйствія. Этотъ устой послужилъ бы прямымъ подкрѣпленіемъ оптической части и косвеннымъ—электрической части зданія. *Другимъ* устоемъ послужило бы доказательство, что существуютъ волны электрической или магнитной силы, которыя могутъ распространяться по образу свѣтовыхъ.

Этотъ устой, наоборотъ, непосредственно подкрѣпилъ бы электрическую часть и косвенно — оптическую. Гармоническое завершеніе зданія потребуетъ постройки обоихъ устоевъ; для начала же достаточно и одного изъ нихъ. За первый взяться еще не удалось; для второго же посчастливилось, наконецъ, послѣ долгихъ поисковъ, найти надежную опору; достаточно широкій фундаментъ уже возведенъ; часть устоя готова, и онъ скоро, благодаря работѣ многихъ искусныхъ рукъ, достигнувъ крыши свода, облегчитъ ему тяжесть зданія, которое будетъ строиться выше. Здѣсь мнѣ посчастливилось принять участіе въ работѣ. Этому обстоятельству я обязанъ честью сегодня бесѣдовать съ вами; пусть оно же послужитъ извиненіемъ, или я теперь попытаюсь направить ваше вниманіе исключительно на эту часть зданія. Конечно, краткость времени вынуждаетъ меня, вопреки справедливости, прямо опустить работы многихъ изслѣдователей; я не могу показать вамъ, до какой степени мои опыты были уже подготовлены раньше, —какъ близко нѣкоторые изслѣдователи подходили къ ихъ выполненію.

Развѣ, въ самомъ дѣлѣ, было такъ трудно доказать, что электрическія и магнитныя силы требуютъ времени для своего распространенія? Развѣ нельзя было разрядить лейденскую банку и посмотрѣть, не запаздываетъ ли расхожденіе листочковъ въ удаленномъ электроскопѣ? Не достаточно ли было бы точно также наблюдать за магнитной стрѣлкою въ то время, какъ чрезъ электромагнитъ, находящійся въ нѣкоторомъ разстояніи, внезапно пропущенъ токъ? На дѣлѣ эти и подобные опыты, конечно, производились и прежде; однако не было замѣчено какой-либо разницы во времени между причиной и дѣйствіемъ. Стороннику теоріи Максвелля это должно представляться необходимымъ выводомъ въ виду огромной скорости распро-

страненія дѣйствія. Разрядъ лейденской банки, силу магнита мы можемъ, въ концѣ концовъ, замѣтить лишь на очень умѣренныхъ разстояніяхъ, напр., на десяти метрахъ. Это пространство свѣтъ, а слѣдовательно, согласно теоріи, и электрическая сила пробѣгаютъ въ тридцатимилліонную долю секунды—промежутокъ времени, который мы не можемъ непосредственно ни измѣрить, ни замѣтить. Но этого мало; мы даже не имѣемъ въ распоряженіи признаковъ, которые позволили бы ограничить такое время съ достаточною опредѣленностью. Если требуется измѣрить длину съ точностью до десятой миллиметра, то нельзя обозначать ея начало широкой мѣловой чертою. Если надо измѣрить промежутокъ времени до тысячныхъ долей секунды, то было бы странно обозначать начало промежутка ударомъ большого колокола. Время разряда лейденской банки для нашихъ обыкновенныхъ понятій, во всякомъ случаѣ, ничтожно мало; оно уже совершенно ничтожно, если длится какую-нибудь тридцатитысячную секунды. И все же оно было бы еще въ тысячу разъ больше, чѣмъ нужно для нашей настоящей цѣли. Но здѣсь природа даетъ намъ болѣе тонкое средство. Давно извѣстно, что разрядъ лейденской банки не есть равномѣрно протекающее явленіе, что онъ слагается, подобно удару колокола, изъ многихъ колебаній, изъ разрядовъ и перезарядовъ, слѣдующихъ другъ за другомъ въ совершенно равные промежутки времени. Электричество въ состояніи производить нѣчто подобное явленіямъ упругости. Продолжительность отдѣльнаго колебанія гораздо меньше, чѣмъ всего разряда, и можно прійти къ мысли воспользоваться отдѣльнымъ колебаніемъ въ качествѣ знака. Къ несчастью, кратчайшія изъ наблюденныхъ колебаній все же длились цѣлую милліонную долю секунды. Пока происходило такое колебаніе, его дѣйствіе успѣвало распространиться уже на триста

метровъ и, слѣдовательно, должно было на скромномъ пространствѣ комнаты ощущаться одновременно съ колебаніемъ.

Такимъ образомъ, все извѣстное не давало то, чего нужно: слѣдовало ждать помощи отъ новаго. Это новое состояло въ открытіи, что колебанія происходятъ не только при разрядѣ банокъ, но, при особенныхъ, подходящихъ условіяхъ, являются при разрядѣ любого проводника. Тогда они могутъ быть гораздо короче, чѣмъ при разрядѣ банокъ. Разряжая кондукторъ электрической машины, мы возбуждаемъ колебанія, продолжительность которыхъ заключается между стомилліонной и тысячемилліонной секунды. Правда, колебанія эти не образуютъ длиннаго ряда, а представляютъ лишь нѣсколько быстро исчезающихъ толчковъ. Для нашихъ опытовъ лучше, если бы было иначе. Но возможность успѣха уже обезпечена, если мы получимъ хотя два или три подобныхъ рѣзкихъ знака. Въ области акустики тоже есть возможность получить подобіе музыки, пользуясь стукомъ деревяшекъ, если мы не имѣемъ въ распоряженіи длительныхъ звуковъ трубъ и струнъ.

Теперь мы имѣемъ знаки, по отношенію къ которымъ тридцатимилліонная доля секунды уже не коротка. Но они еще мало помогли бы намъ, еслибы мы не были въ состояніи на самомъ дѣлѣ обнаружить ихъ дѣйствіе въ предположенномъ разстояніи до десяти метровъ. Для этого есть весьма простое средство. Въ то мѣсто, гдѣ мы хотимъ обнаружить силу, мы вносимъ проводникъ, напр. прямую проволоку, съ весьма малымъ перерывомъ для перескакиванія искры. Быстро мѣняющаяся сила приводитъ электричество проводника въ движеніе и вызываетъ въ немъ искры. Это средство тоже было дано въ распоряженіе прямымъ опытомъ; его, конечно, нельзя было угодать заранѣе. Ибо искры микроскопически малы, длиною

едва сотую долю миллиметра; продолжительность же ихъ не достигаетъ и милліонной доли секунды. Кажется невозможнымъ, почти безсмысленнымъ, утверждать, чтобы онѣ могли быть видимы; и однако *онѣ видимы* въ совершенно темной комнатѣ для подготовленнаго глаза.

На этой тонкой нити виситъ весь успѣхъ нашего предпріятія. Прежде всего, мы наталкиваемся на множество вопросовъ. При какихъ условіяхъ названныя колебанія будутъ всего сильнѣе? Тщательно должны мы отыскать эти условія и воспользоваться ими. Какую форму лучше всего придать воспринимающему проводнику? Мы можемъ взять прямыя проволоки, проволочные круги, можемъ выбрать проводники другой формы: явленія всякій разъ будутъ нѣсколько иныя. Порѣшивъ съ формой проводника, какіе мы дадимъ ему размѣры? Оказывается, что величина не безразлична, что не всякія колебанія можно изслѣдовать помощью одного и того же проводника, что здѣсь существуютъ соотношенія, напоминающія явленія резонанса въ акустикѣ. Наконецъ, въ сколькихъ различныхъ положеніяхъ относительно колебаній можемъ мы держать одинъ и тотъ же проводникъ! Мы видимъ, что искры становятся то сильнѣе, то слабѣе, то совсѣмъ исчезаютъ. — Я не считаю себя вправѣ останавливать ваше вниманіе на этихъ частностяхъ: говоря вообще, это — побочныя обстоятельства. Но онѣ не являются побочными для работающаго въ этой области: онѣ — особенности его орудія. Поскольку работникъ знаетъ свое орудіе, постольку онъ будетъ въ состояніи выполнить имъ то или другое. Поэтому-то изслѣдовать самое орудіе, углубиться въ упомянутые выше вопросы, было главною частью всей предпринятой работы.

Когда эта часть была окончена, тогда самъ собою представился способъ взяться за главный вопросъ. Дайте

физику нѣсколько камертоновъ, нѣсколько резонаторовъ и попросите его доказать вамъ, что звукъ требуетъ времени для своего распространенія: онъ выполнитъ это безъ затрудненія даже въ ограниченномъ пространствѣ комнаты. Онъ ставитъ гдѣ-либо въ комнатѣ камертонъ, слушаетъ въ резонаторъ въ различныхъ мѣстахъ ея и отмѣчаетъ силу звука. Онъ покажетъ вамъ, что въ нѣкоторыхъ точкахъ звукъ совсѣмъ ослабѣваетъ; что это происходитъ отъ того, что здѣсь каждое колебаніе уничтожается другимъ, вышедшимъ позднѣе, которое достигло того же мѣста болѣе короткимъ путемъ. Если болѣе короткій путь требуетъ меньшаго времени, чѣмъ болѣе длинный, то распространеніе совершается во времени. Поставленная задача рѣшена. Но нашъ экспериментаторъ покажетъ намъ еще, что мѣста покоя слѣдуютъ періодически въ равныхъ разстояніяхъ; отсюда онъ опредѣляетъ длину волны и, зная продолжительность колебаній камертона, находитъ скорость звука.—Совершенно такъ же поступаемъ и мы съ нашими электрическими колебаніями. Вмѣсто камертона мы беремъ проводникъ, доставляющій колебанія. Вмѣсто резонатора — нашу проволоку съ перерывомъ, нашъ электрическій резонаторъ. Мы замѣчаемъ, что въ нѣкоторыхъ мѣстахъ комнаты онъ даетъ искры, въ другихъ нѣтъ; мы видимъ, что «мертвыя точки» слѣдуютъ періодически и закономѣрно,— распространеніе во времени доказано, длина волны можетъ быть измѣрена. Ставится вопросъ о томъ, продольны или поперечны открытыя нами волны? Мы держимъ проволоку въ различныхъ положеніяхъ въ одномъ и томъ же мѣстѣ волны: въ одномъ случаѣ она резонируетъ, въ другомъ нѣтъ. Этого достаточно; вопросъ рѣшенъ: мы имѣемъ дѣло съ поперечными волнами.—Какова ихъ скорость? Мы умножаемъ измѣренную длину волны на вычисленную продолжительность колебанія и находимъ скорость, близкую

къ скорости свѣта. Если бы представилось сомнѣніе въ надежности вычисленія, то мы имѣемъ еще и другой путь. Скорость электрическихъ волнъ въ проволокахъ точно также громадна—мы можемъ непосредственно сравнить съ нею скорость нашихъ волнъ въ воздухѣ. Но скорость электрическихъ волнъ въ проволокахъ давно измѣрена. Это оказалось возможнымъ сдѣлать раньше, ибо волны въ проволокахъ могутъ быть прослѣжены на протяженіи многихъ километровъ. Такимъ образомъ мы получаемъ косвенно опытное опредѣленіе и нашей скорости, и если результатъ получается лишь грубо приближенный, то онъ все же не противорѣчитъ добытому выше.

Всѣ эти опыты, по существу, очень просты; однако они ведутъ къ важнѣйшимъ слѣдствіямъ. Они уничтожаютъ всякую теорію, принимающую, что электрическія силы проносятся по пространству, не требуя на то времени. Они означаютъ блестящую побѣду теоріи Максвелля. Послѣдняя уже нетолько непосредственно связываетъ отдаленныя явленія природы; кому взглядъ теоріи на природу свѣта казался до того хоть сколько нибудь вѣроятнымъ, тому теперь трудно не сдѣлаться его защитникомъ. Итакъ мы у цѣли. Но, быть можетъ, здѣсь посредство теоріи даже не необходимо. Наши опыты уже вращались на высотѣ того перевала, который, согласно теоріи, связываетъ область свѣта съ областью электричества. Остается сдѣлать еще нѣсколько шаговъ дальше и попробовать спуститься въ знакомую область оптики. Не безполезно будетъ при этомъ исключить теорію. Есть много любителей природы, интересующихся сущностью свѣта и способныхъ понимать простые опыты, — для которыхъ однако теорія Максвелля есть книга о семи печатяхъ. Но и экономія науки требуетъ, чтобы обходные пути были избѣгнуты гдѣ возможенъ прямой путь. Если мы помощью электри-

ческихъ волнъ можемъ непосредственно произвести свѣтовыя явленія, то намъ не нужно никакой посредствующей теоріи: родство само собою выступаетъ изъ опытовъ.

Такіе опыты на дѣлѣ возможны. Мы помѣщаемъ проводникъ, возбуждающій колебанія, въ фокусной линіи большого вогнутаго зеркала. Чрезъ это расхожденіе волнъ задерживается, и онѣ выходятъ изъ зеркала въ видѣ сильнаго луча. Правда, мы не можемъ непосредственно ни видѣть, ни ощущать этого луча; его дѣйствіе обнаруживается тѣмъ, что онъ вызываетъ искры въ проводникахъ, на которые падаетъ. Онъ дѣлается видимымъ для нашего глаза лишь тогда, когда послѣдній вооруженъ однимъ изъ нашихъ резонаторовъ. Во всемъ прочемъ это настоящій свѣтовой лучъ. Вращеніемъ зеркала мы можемъ придать лучу то или другое направленіе; прослѣживая его путь, мы докажемъ прямолинейное распространеніе луча. Если на его пути помѣстимъ проводящее тѣло, то оно не пропуститъ луча: оно отбрасываетъ тѣнь. Но при этомъ лучъ не уничтожается тѣломъ, а отражается назадъ; мы можемъ прослѣдить отраженный лучъ и убѣдиться, что законы отраженія его тѣ же, какъ и свѣта. Мы можемъ подвергнуть лучъ и преломленію, такимъ же точно образомъ, какъ свѣтъ. Чтобы заставить свѣтовой лучъ преломиться, мы пропускаемъ его сквозь призму, которая отклоняетъ его отъ прямолинейнаго направленія. Точно такъ же поступаемъ мы здѣсь — и съ одинаковымъ успѣхомъ. Но только, соотвѣтственно размѣрамъ волнъ и луча, мы должны взять очень большую призму; мы изготовляемъ ее поэтому изъ дешеваго матерьяла, напр. изъ твердой смолы или асфальта. Наконецъ, надъ нашимъ лучемъ можно даже прослѣдить явленія, наблюдавшіяся до сихъ поръ только надъ свѣтомъ — поляризаціонныя. Вставляя на пути луча проволочную рѣшетку надлежащаго устройства, мы за-

ставляемъ нашъ резонаторъ давать искры или уничтожаемъ ихъ, совершенно по тѣмъ же геометрическимъ законамъ, по которымъ поле зрѣнія поляризаціоннаго аппарата затемняется или освѣтляется внесеніемъ кристаллической пластинки.

Вотъ что говорятъ опыты. При выполненіи ихъ мы уже совершенно находимся въ области ученія о свѣтѣ. И планируя опыты, и описывая ихъ, мы уже не думаемъ «электрически» — мы думаемъ «оптически». Мы не представляемъ себѣ ни токовъ, ни электричествъ; нашъ умственный взоръ видитъ лишь волны въ воздухѣ, ихъ скрещиваніе, распаденіе, усиленіе и ослабленіе. Исходя отъ чисто электрическихъ явленій, мы шагъ за шагомъ дошли до чисто оптическихъ. Высоты пройдены; путь снова понижается и выравнивается. Связь между свѣтомъ и электричествомъ, которую теорія предполагала и предвидѣла, теперь обнаружена — она стала доступной чувствамъ, понятной уму. Въ высшей точки, которой мы достигли, намъ открывается широкій кругозоръ на обѣ области. Онѣ являются намъ болѣе обширными, чѣмъ мы знали ихъ до сихъ поръ. Господство оптики уже не ограничивается эфирными волнами въ малую долю миллиметра: оно охватываетъ и такія, длина которыхъ измѣряется дециметрами, метрами, километрами. И, тѣмъ не менѣе, оптика, разсматриваемая съ нашей новой точки зрѣнія, является лишь малымъ придаткомъ къ области электричества. Эта послѣдняя выигрываетъ всего болѣе. Мы теперь находимъ электричество во множествѣ мѣстъ, въ которыхъ до сихъ поръ о его существованіи не имѣли достовѣрныхъ свѣдѣній. Мы видимъ электрическій процессъ въ каждомъ пламени, въ каждомъ свѣтящемъ атомѣ. Хотя бы даже тѣло не свѣтило, если только оно испускаетъ тепловые лучи, — оно источникъ электрическаго

возбужденія. Область электричества распространяется, такимъ образомъ, на всю природу. Чрезъ насъ она становится намъ еще ближе: мы узнаёмъ, что въ дѣйствительности обладаемъ электрическимъ органомъ, глазомъ. Таковъ взглядъ внизъ, къ частностямъ. Но не менѣе вознаграждаетъ насъ взглядъ вверхъ, на высокія вершины, на общія цѣли физики. Здѣсь тотчасъ представляется вопросъ о непосредственныхъ дѣйствіяхъ на разстояніи вообще. Существуютъ ли такія дѣйствія? Изъ многихъ, которыми мы обладали, остается лишь одно — тяготѣніе. Не обманываетъ ли насъ и оно? Уже самый законъ его дѣйствія внушаетъ подозрѣніе. Съ другой стороны, не далекъ вопросъ и о сущности электричества. Съ нашей точки зрѣнія онъ скрывается за болѣе опредѣленнымъ вопросомъ о сущности электрическихъ и магнитныхъ силъ въ пространствѣ. А непосредственно къ послѣднему примыкаетъ уже громадный вопросъ о сущности и свойствахъ міровой среды, эфира, о его строеніи, покоѣ и движеніи, его безграничности или конечности. Все болѣе начинаетъ казаться, будто *этотъ* именно вопросъ высится надъ всѣми остальными, будто природа эфира нетолько раскроетъ намъ сущность «невѣсомыхъ началъ», но и самой матеріи, съ ея самыми сокровенными свойствами — тяжестью и инерціей. Квинтэссенція древнихъ физическихъ построеній дошла до насъ въ словахъ, что все сущее создалось изъ воды, изъ огня. Физика нашего времени уже недалека отъ вопроса: не произошло-ли все, что есть, изъ эфира? Таковы конечныя цѣли нашей науки, физики. Держась нашего картиннаго сравненія, — это будутъ послѣднія, высшія точки ея горной страны. Суждено ли намъ когда нибудь ступить ногою на одну изъ этихъ вершинъ? Много ли еще пройдетъ времени? Можетъ ли это случиться скоро? Этого мы не знаемъ. Но мы добыли себѣ опору для даль-

нѣйшихъ предпріятій, опору, лежащую ступенью выше тѣхъ, которыми мы пользовались раньше; путь не обрывается здѣсь гладкой каменной стѣною; напротивъ, ближайшій подъемъ, видимый глазу, еще не очень крутъ, и среди камней есть тропинки, ведущія кверху; въ дѣятельныхъ и искусныхъ изслѣдователяхъ нѣтъ недостатка;—можемъ ли мы поэтому безъ свѣтлыхъ надеждъ взирать на результаты будущей работы?

ТАБЛИЧКА

для приблизительнаго перевода нѣкоторыхъ метрическихъ мѣръ на русскія.

Метръ (м) = 39,37 дюйма = 22,5 вершка (почти $^1/_2$ сажени).

Дециметръ (дм) = $\frac{1}{10}$ метра = прибл. 4 дюймамъ.

Сантиметръ (см) = $\frac{1}{100}$ » = » $^2/_5$ дюйма.

Миллиметръ (мм) = $\frac{1}{1000}$ » = » $^2/_5$ линіи.

Километръ (км) = 1000 метрамъ = 0,937 версты (почти верста).

Граммъ (вѣсъ кубическаго сантиметра чистой воды при 4°C) = 0,234 золотника (почти $\frac{1}{4}$ золот.) = $\frac{1}{410}$ фунта = 10 дециграммамъ = 100 сантиграммамъ = 1000 миллиграммамъ.

Килограммъ (= вѣсу кубич. дециметра чистой воды при 4°C) = 2,442 фунта (почти $2^1/_2$ ф.).

Килограмметръ = почти $^1/_5$ пудофута.

НАЧАЛЬНЫЙ УЧЕБНИКЪ ХИМІИ.

НАЧАЛА ХИМІИ, ИЗЛОЖЕННЫЯ НА НЕБОЛЬШОМЪ ЧИСЛѢ ПРИМѢРОВЪ.

Н. С. ДРЕНТЕЛЬНА.

Отдѣлъ I. О химическомъ составѣ, съ 53 рис. Спб. 1886. Ц. 1 р. 25 к.

«Цѣль книги — познакомить начинающаго съ важнѣйшими понятіями и положеніями химіи на немногихъ фактахъ, расположенныхъ въ такой послѣдовательности, чтобы взаимная связь ихъ была понятна и для начинающаго. Первый отдѣлъ есть до извѣстной степени самостоятельное цѣлое». (Изъ предисловія).

СОЧИНЕНІЯ, ПЕРЕВЕДЕННЫЯ Н. С. ДРЕНТЕЛЬНОМЪ.

Ремсенъ. Введеніе къ изученію органической химіи. Съ англійскаго. Спб. 1887. Ц. 2 р.

Тэтъ. Теплота. Съ англійскаго (подъ ред. С. А. Усова). Спб. 1888. Ц. 3 р.

Г. Веберъ. Популярныя лекціи о гальваническомъ токѣ и его примѣненіяхъ. Съ нѣмецкаго. Спб. 1888. Ц. 1 р. 25 к.

В. Оствальдъ. О растворахъ. Съ нѣмецкаго, съ примѣчаніями переводчика. Спб. 1889.

С. Аррениусъ. Современная теорія состава электролитическихъ растворовъ. Пер. съ французскаго. (Печатается).

Эвереттъ. Единицы и физическія постоянныя. Перевели со 2-го англ. изд. П. Н. Вербицкій и П. Ф. Жеребятьевъ. Спб. 1888. Ц. 2 р. (Книга содержитъ изложеніе абсолютной системы мѣръ и собраніе физическихъ таблицъ).